

УДК 621.5

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ МОДЕЛИ ТУРБИНЫ ФРЕНСИСА ДЛЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

А. А. Степаненко¹, Ю. А. Дерябина², А. И. Вальцева³

^{1,2,3} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ 9stna9@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы использования альтернативных источников энергии, гидравлической энергии и самая распространенная турбина — радиально-осевая турбина Френсиса, спроектированная для нужд малой гидроэнергетики.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, гидроэнергетика, турбина Френсиса

DEVELOPMENT OF A PILOT MODEL OF THE FRANCIS TURBINE FOR SMALL HYDROPOWER

A. A. Stepanenko¹, Yu. A. Deryabina², A. I. Valtseva³

^{1,2,3} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ 9stna9@bk.ru

Abstract. This article discusses the problems of using alternative energy sources, hydraulic energy and the most common turbine — the Francis radial-axial turbine, designed for the needs of small hydropower.

Keywords: renewable energy, hydropower, the Francis turbine

В современном мире люди все больше задумываются над глобальными проблемами: разрушение озонового слоя, загрязнение воздуха и мирового океана, изменение климата. Эти проблемы отчасти могут решиться с помощью возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Необходимо отметить, что запасы традиционных источников энергии (угля, нефти и природного газа) не являются бесконечными. По этой

причине вопрос об использовании альтернативных источников энергии становится все более и более актуальным [1].

Гидроэлектростанции (ГЭС) обычно строят на реках, сооружая плотины и водохранилища. Ресурсы гидроэнергетики возобновляемы и являются экологически чистыми источниками энергии, благодаря им понижается уровень загрязняющих веществ в атмосфере [1].

Согласно Киотскому протоколу выработка электроэнергии ГЭС соответствует экологическим требованиям, т. к. не загрязняет окружающую среду токсичными отходами, не сопровождается выбросом в атмосферу парниковых газов. Такие объекты практически безопасны при возникновении естественных землетрясений и не являются причиной сейсмичности. ГЭС не оказывают отрицательного влияния на жизнь людей и животных. Все гидростанции можно разделить на три группы: мощные — от 25 МВт и выше; средние — до 25 МВт; малые — до 5 МВт [2].

На 2020 г. более миллиарда людей не имеет доступа к электричеству. В удаленной сельской местности сооружение государственных сетей часто технически не осуществимо. Малые гидростанции являются дешевыми и экологически чистыми и надежными источниками энергии.

Рост тарифов на электроэнергию и отсутствие достаточных мощностей делают актуальными вопросы о применении бесплатной энергии возобновляемых источников в домашних хозяйствах. По сравнению с другими источниками ВИЭ мини-ГЭС представляют интерес, т. к. при равной мощности с ветроэлектростанцией и солнечной батареей они способны выдать за равный промежуток времени гораздо больше энергии. Естественным ограничением на их применение является отсутствие реки.

Малые ГЭС могут разрабатываться на основе строительства новых объектов или реконструкции существующих плотин, основное предназначение которых — управление паводками или ирригация [3]. Старые объекты производства гидроэлектроэнергии в городской черте могут также быть реконструированы, что позволяет достигать большой экономии в плане инвестиций. Также можно повторно использовать водные угодья, относящиеся к заброшенным объектам. Такие преимущества в части экономии могут сделать использование существующих объектов для малой гидроэнергетики весьма рентабельными.

Среди экономических, экологических и социальных преимуществ объектов малой гидроэнергетики можно назвать следующие: увеличение энергетической безопасности региона, независимость от поставщика топлива, который может находиться в другом регионе, а также

экономия дефицитного органического топлива. Объект не требует значительных капиталовложений, большого объема строительных материалов и существенных трудозатрат, относительно быстро окупается. Благодаря унификации и сертификации оборудования есть возможность снизить себестоимость возведения сооружения [3].

Основным показателем, который указывает на эффективность использования микро-ГЭС является скорость водного потока. Если скорость меньше 1 м/с, то необходимо принять дополнительные меры по его разгону, например сделать обводной канал переменного сечения или организовать искусственный перепад высот.

В России и за рубежом наиболее часто используется турбина Френсиса, или радиально-осевую турбину. Такой тип гидротурбин характеризуется большим диапазоном рабочих напоров и расходных характеристик, именно это позволило ей занять первые места на рынке [1].

Такие турбины получили название по направлению движения воды. Рабочее колесо состоит из ступицы, верхнего и нижнего обода, лопаток, которые прикреплены к ободам. Способ приготовления колеса может быть как сварным, так и цельнолитым. Конструкция является очень прочной, что позволяет использовать турбину на высоких напорах [2].

Целью настоящей работы была разработка 3D-модели турбины Френсиса для последующего изготовления опытного макета. Модель турбины была выполнена в программе SolidWorks и представлена на рис. 1. Размер модели — $268 \times 234 \times 100$ мм.

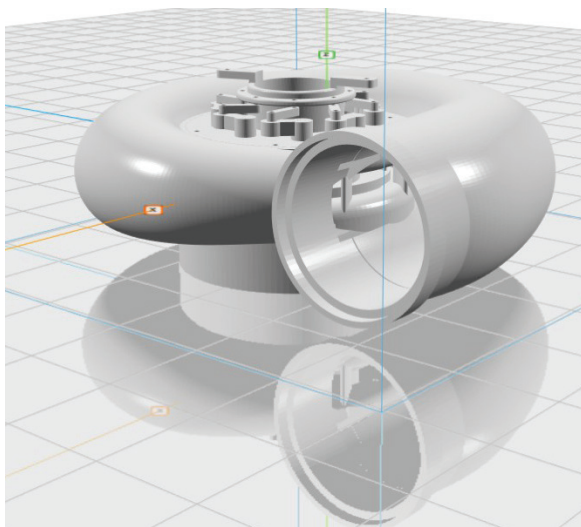


Рис. 1. Модель турбины Френсиса

Планируется проведение эксперимента на р. Чусовой весной 2021 г. Река имеет длину 592 км, средний расход воды — $222 \text{ м}^3/\text{с}$, скорость течения в среднем течении составляет около 2 м/с , что, конечно, не совсем достаточно. Предполагается провести эксперимент в быстрине реки близ д. Верхнемакарово, где скорость течения, согласно измерениям, составляет 5 м/с .

Список источников

1. Гидроэнергетика [Электронный ресурс]. URL: <http://mining-prom.ru/toplivodob/energy/gidroenergetika/> (дата обращения: 10.11.2020).
2. Гидроэнергетика России [Электронный ресурс]. URL: <https://energoseti.ru/articles/gidroenergetika-rossii> (дата обращения: 10.11.2020).
3. Малая гидроэнергетика [Электронный ресурс]. URL: <http://zeleneet.com/malaya-gidroenergetika/1810/> (дата обращения: 10.11.2020).